

термічного розширення (КТР). Останнє проявиться на етапі охолодження термічного циклу і може визначити знак ЗН.

УДК 621.375.826

Байбакова О.В., студ.; Лутай А.М., ст. викл.

## **КОМБІНОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ НА МАЛОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЯХ**

Лазерне легування та наплавлення зносостійких шарів на вуглецеві сталі ефективний метод зміцнення поверхні відповідальних деталей машин. Висока вартість обладнання, яке використовується при його реалізації в деякий мість вимірюрі компенсується дешевиною матеріалу та легкістю його обробки. В якості присадкових сплавів використовують порошки на базі Fe або Ni в склад яких входять елементи, що утворюють зміцнюючі фази- карбіди, боріди та інтерметаліди. Причому шари з високою твердістю формують безпосередньо після їх кристалізації та фазових перетворень при охолодженні. Оскільки при цьому, як правило, получают крихкий сплав з дуже низькою пластичністю та в'язкістю, то в більшості випадків спостерігається велика кількість тріщин. Для збільшення тріщиностійкості лазернолегованих та наплавлених покриттів пропонується декілька методик жодна з котрих не виключає виникнення тріщин.

У даній роботі пропонується принципово інша технологія лазерного наплавлення та легування маловуглецевих сталей з метою підвищення їх зносостійкості. А саме. На етапі лазерної обробки одержуються шари з достатньою в'язкістю та тріщиностійкістю, а високі експлуатаційні якості формуються в результаті подальший термічний або хіміко – термічний обробці.

Легування проводилось на лазерному комплексі Rofin DY 044, який базується на Nd:YAG- лазері з діодним накачуванням. Потужність випромінювання (P) та швидкість обробки (V) змінювалися в діапазонах  $P = 0,5 \dots 4,0$  кВт,  $V = (1,0 \dots 30) 10^{-3}$  м/сек, діаметр променя (d) становив  $d=3$  мм. Порошкові легуючі елементи наносилися в якості шлікерної обмазки в кількості  $25 \text{ мг/см}^2$  (зв'язка-цапонлак) на зразки зі сталі 10. В якості захисного газу при легуванні використовувався аргон.. Мікротвердість вимірювалась на мікротвердомірі ПМТ–3 при навантаженні 100 г.

Вибір легуючих елементів обумовлено наступним. Легований шар за рахунок тепловідводу у підкладку охолоджується зі швидкістю значно більшою критичної швидкості загартування. Тому тріщиностійкий сплав з значною в'язкістю можна отримати при умові формування в шарі структури мартенситностаріючої сталі (МСС). Високоміцний стан МСС сталі набувають в результаті старіння суміщеного з і оно – плазмовим азотуванням (ПА). В звичайному металургійному виробництві таких сталей головним легуючим елементом є нікель. Останній вводиться в сплав головним чином для збільшення стійкості переохолодженого аустеніту, що збільшує прогартуваність і дозволяє проводити загартування в повітрі та утворює інтерметаліди при старінні сталі. Умови одержання згаданої структури, що реалізуються в даній технології знімають першу причину легування нікелем. До того ж при азотуванні нікель не утворює особисті нітриди, що пов'язано з особливостями його електронного устрою. Далі. МСС сталі повинні мати дуже малу концентрацію вуглецю ( $\text{мас}\%C < 0,05$ ) оскільки саме цей елемент приводить до крихкості сплаву. Тому легуючі елементи повинні зв'язати частину вуглецю. Треба врахувати ще одну обставину – в МСС сталі при гартуванні повинно проходити мартенситне перетворення, яке значно збільшує щільність дислокацій. Звідси ще одне обмеження: не можна значно

зменшувати температуру початку мартенситного перетворення. Лазерне легування шляхом нанесення шлікерної обмазки (ЛЛШО), яка містить порошки кількох елементів накладає додаткові вимоги до її складових головна з яких близькість температур плавлення підкладки та присадкових матеріалів. З ряду найбільш розповсюджених нітридоутворюючих елементів Cr, Mo, W, Nb, V, Al, Ti, Zr таким вимогам відповідають хром та титан диграма стану яких зображено на рис.1. З її аналізу виходить, що

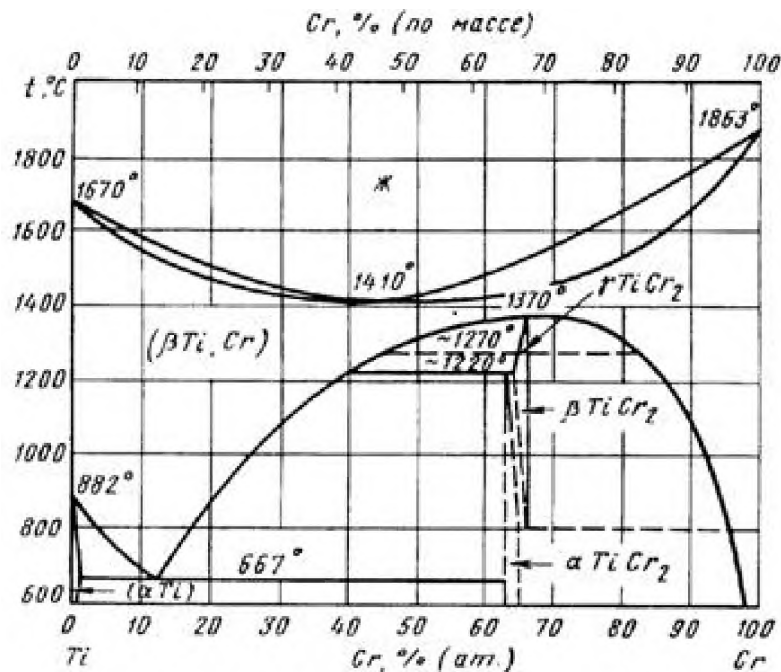


Рис.1. Диграма стану титан – хром.

температура ліквідусу сплавів з концентрацією Cr в діапазоні (10...70) мас% близька до температури плавлення сталі 10 (1520°C). Важливе і те, що на першому етапі формується безперервний ряд твердих розчинів. На рис.2 показано значення мікротвердості поверхні сталі 10 безпосередньо після легування (легув), старіння (л+с),

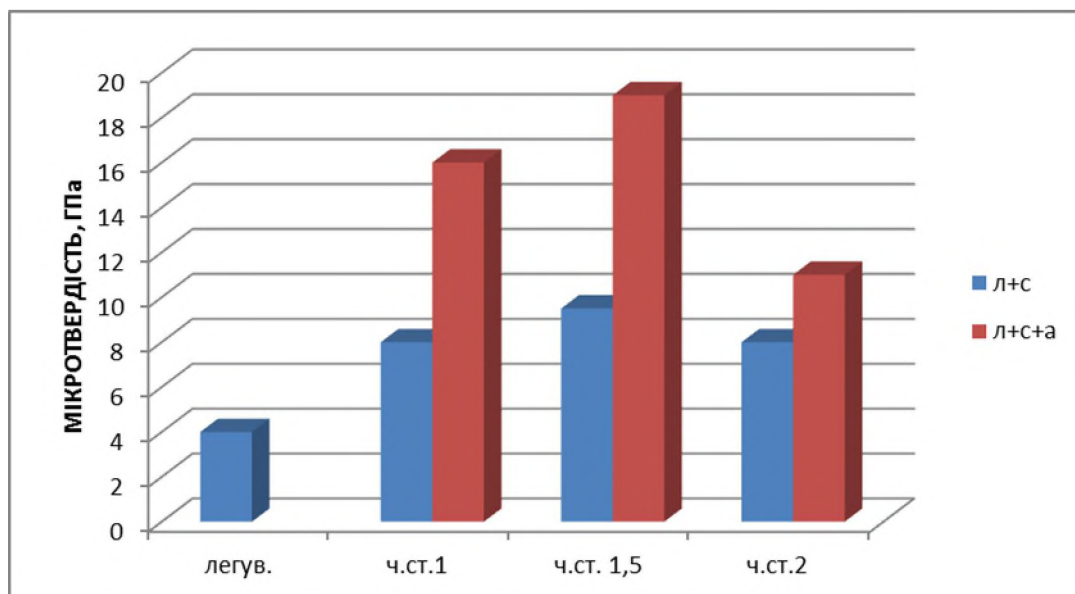


Рис.2. Мікротвердість поверхні легуваної сталі 10

старіння сумісного з іоно – плазмовим азотуванням (л+с+а). Числа вказують час обробки.